

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 23-156  
補助事業名 平成23年度 摩擦誘起超低摩擦軸受の開発 補助事業  
補助事業者名 名古屋大学大学院工学研究科 教授 梅原徳次

### 1. 補助事業の概要

#### (1) 事業の目的

著者らがこれまでに報告してきた非晶質窒化炭素 (amorphous Carbon Nitride, a-CN<sub>x</sub>) 膜は窒素雰囲気中で相手材料に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 球を用いた場合、初期摩擦係数は 0.1 以上を示し、移着膜が球の表面に形成された任意の繰返し摩擦後に摩擦係数が 0.01 以下の超低摩擦を示すことが報告され、その際、低せん断強度の構造変化層の生成が確認されている。同時に、超低摩擦発現時には微弱ではあるが発光が見られている。そこで、本事業では、a-CN<sub>x</sub> 膜を用いた「摩擦誘起超低摩擦軸受の開発」を目的とする。具体的には、「摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム」の試作と測定並びに、「摩擦誘起超低摩擦軸受」を試作し、その実用化の可能性を検討する。

#### (2) 実施内容

摩擦誘起超低摩擦軸受の開発に関する研究

(<http://huga.ume.mech.nagoya-u.ac.jp/research/ULFB.htm>)

##### (a) 「摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム」の試作と測定

図 1 に示す「摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム」が試作され、簡便に摩擦時のその場接触面積を測定することが可能となった。その結果、超低摩擦を発現するときの摩擦試験において、接触面積が増加しているが摩擦係数が減少している領域が存在することから、最適な接触面積が存在することが明らかとなった。

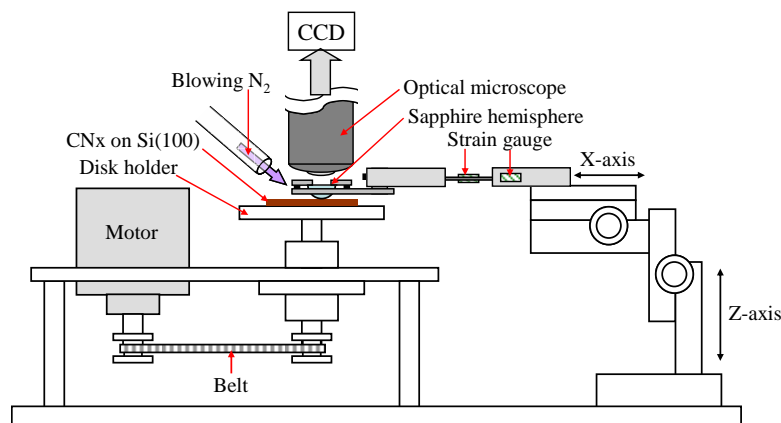


図 1 「摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム」の模式図

(b) 「摩擦誘起超低摩擦軸受」の試作とその実用化の可能性の検討

「摩擦誘起超低摩擦軸受」として図2に示す「スラスト軸受摩擦試験装置」を試作し、CN<sub>x</sub>膜をステンレス鋼表面に成膜したスラスト軸受型摩擦試験での平面接触における低摩擦発現のための条件（両面成膜，試験片温度）および温度を昇温，降温した場合での摩擦係数の過渡的な変化を明らかにした。その結果，摩擦面の温度制御による低摩擦軸受実現の可能性が示された。具体的には，CN<sub>x</sub>膜を両面成膜した場合のみ0.01以下の超低摩擦を発現した。特に摩擦初期においては超低摩擦を発現した。このことよりCN<sub>x</sub>膜同士のすべりが発生する両面成膜が大気中，高温低摩擦発現において必要不可欠であることが明らかとなった。また，125℃の高温下において大気中でも両面をCN<sub>x</sub>膜で成膜することで0.01以下の超低摩擦が発現することが明らかとなった。

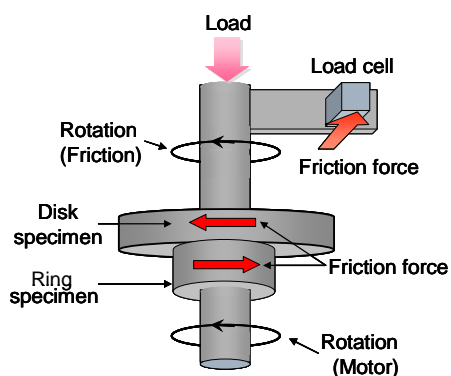


図2 「スラスト軸受摩擦試験装置」の模式図

2. 予想される事業実施効果

本研究成果より，「摩擦誘起超低摩擦軸受」のために必要な移着膜及び表面温度が明らかにされた。このような固体間の超低摩擦現象を機械工学に利用できれば潤滑油無しでエネルギー損失が減少し，エネルギー効率の低い風力発電や波動発電等の再生可能型エネルギーシステムからでも有用なエネルギーの回収が可能となる。a-CN<sub>x</sub>膜による摩擦誘起超低摩擦軸受では，超低摩擦を安定して持続するためには雰囲気や温度など多くの支配因子があるが，それらを制御することで，本事業の実施内容は，様々な高性能機械への応用展開が可能であると考えられる。

3. 本事業により作成した印刷物など

摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム 設置場所 名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 生産プロセス工学研究グループ実験室

ピンオンディスク型摩擦試験機，光学顕微鏡及び顕微鏡カメラ用により構成されている（図3）。荷重はZ軸を上下させ，相手球をCN<sub>x</sub>膜に押し付けることによって与えた。荷重及び摩擦力は，平行板バネに貼り付けたひずみゲージによっ

て測定された。雰囲気温度は室温下で行われ、種々の乾燥ガスを摩擦方向前方から摩擦しゅう動面に吹付けた。また相手材料として使用したサファイア半球はひずみゲージを貼り付けた板バネ先端に固定されている。顕微鏡の対物レンズはサファイア半球の上方に設置されており、摩擦しゅう動面はサファイア半球を通して観察され、 CCD カメラを通して摩擦面の画像を PC に取り込んだ。

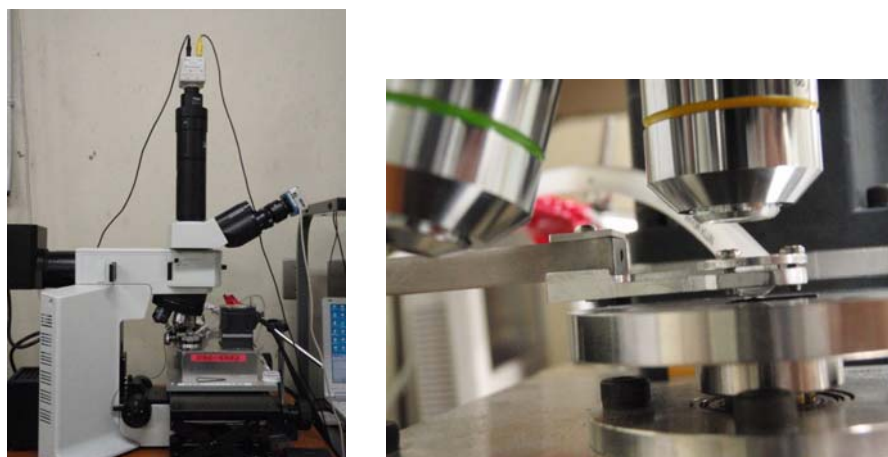


図3 摩擦誘起プラズマ及び移着膜分析システム

摩擦誘起超低摩擦軸受 設置場所 名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 生産プロセス工学研究グループ実験室

面接触をする CNx 膜の大气中加熱下における摩擦評価のために試作したスラスト型「摩擦誘起超低摩擦軸受」摩擦試験装置を図4に示す。接触面での片当たりによる試験片の破損、装置の破損および実験結果に生じる誤差を引き起こさないよう平板試験片上部にボールジョイント式の保持方式を採用した。この保持方式は、軸に接続してあるボールジョイントのボールが回転し、平板試験片がフレキシブルに姿勢を変えことが出来るため接触面での片当たりを防ぐ機構となっている。荷重は平板上部に死荷重を載せ与えた。円筒試験片は試験片固定回転軸に取り付けられ、下方のモータの回転をフレキシブルカップリングおよびボールベアリングを介して伝えさせた。円筒試験片と平板試験片との間に発生する摩擦力により、平板試験片保持部は回転し、発生するトルクをてこ式アームにより伝達させ、ロードセルにより測定した。試験片の加熱は平板試験片ホルダ上部に取り付けたマイクロセラミックヒータに交流電圧を印加することによって行った。

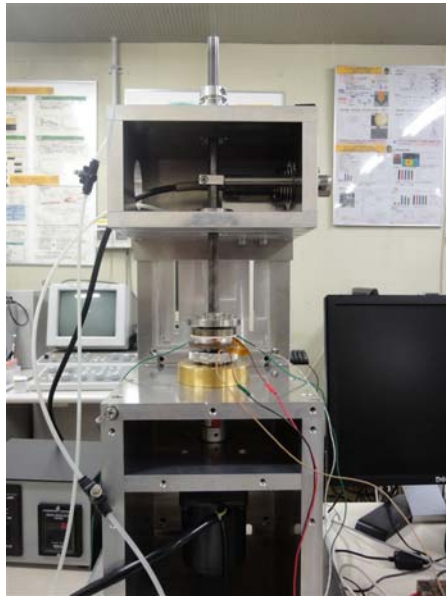


図4 スラスト型「摩擦誘起超低摩擦軸受」試験装置

4. 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 生産プロセス工学研究グループ (ナゴヤダイガクダイガクイン コウガクケンキュウカ キカイリコウガクセンコウ セイサンプロセスコウガクケンキュウグループ)

住所： 〒464-8603

愛知県名古屋市千種区不老町

申請者： 教授 梅原 徳次 (ウメハラ ノリツグ)

担当部署： 工学研究科 (コウガクケンキュウカ)

E-mail : [ume@mech.nagoya-u.ac.jp](mailto:ume@mech.nagoya-u.ac.jp)

URL: <http://huga.ume.mech.nagoya-u.ac.jp/>